

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307782

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01L 29/786

識別記号

F I

H01L 29/78

626

C

623

A

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全7頁)

(21) 出願番号

特願平10-131448

(22) 出願日

平成10年(1998)4月24日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 深田 武

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

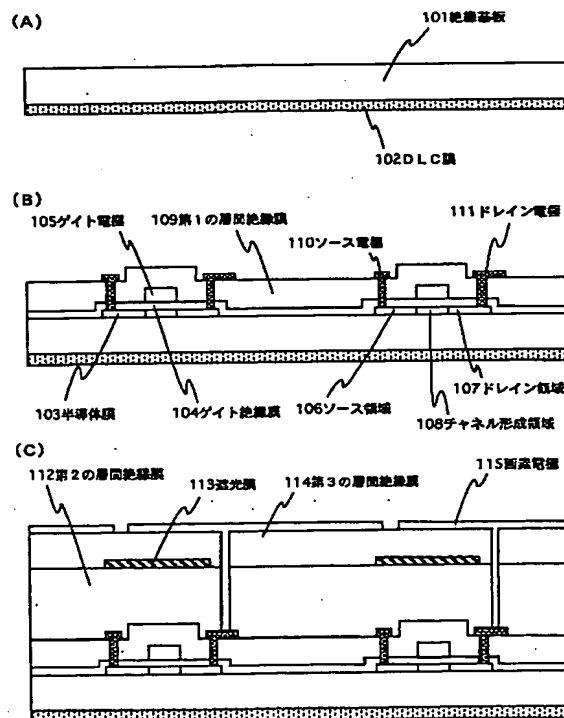
導体エネルギー研究所内

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 静電破壊を防止し、信頼性の高い半導体装置を提供する。

【解決手段】 絶縁基板101の表面にダイヤモンド状炭素(DLC)膜102を形成し、その後絶縁基板101上に薄膜トランジスタを形成する。このDLC膜102により静電気を逃がし、薄膜トランジスタの静電破壊を防止することができる。



Best Available Copy

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁基板上に形成された薄膜トランジスタと、

前記絶縁基板の、前記薄膜トランジスタが形成されている面と反対の面に形成されたダイヤモンド状炭素膜とを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 絶縁基板上に形成されたダイヤモンド状炭素膜と、

前記ダイヤモンド状炭素膜上に形成された下地膜と、  
前記下地膜上に形成された薄膜トランジスタとを有する 10  
ことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、前記絶縁基板は石英基板であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 絶縁基板上に形成された薄膜トランジスタと、

前記薄膜トランジスタ上に形成された層間絶縁膜と、  
前記層間絶縁膜上に形成されたダイヤモンド状炭素膜とを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】 請求項 4 において、前記ダイヤモンド状炭素膜上に形成された透光性導電膜をさらに有する 20  
ことを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、前記ダイヤモンド状炭素膜の膜厚は 5 ~ 1 0 0 nm であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】 絶縁基板上に薄膜トランジスタを形成する半導体装置の作製方法において、  
前記絶縁基板は、前記薄膜トランジスタを形成する面と反対の面にダイヤモンド状炭素膜が形成されていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】 絶縁基板上にダイヤモンド状炭素膜を形成する工程と、  
前記ダイヤモンド状炭素膜上に下地膜を形成する工程と、  
前記下地膜上に薄膜トランジスタを形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】 請求項 7 または 8 において、前記絶縁基板は石英基板であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 0】 絶縁基板上に薄膜トランジスタを形成する工程と、  
前記薄膜トランジスタを覆って層間絶縁膜を形成する工程と、  
前記層間絶縁膜上にダイヤモンド状炭素膜を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 において、前記ダイヤモンド状炭素膜上に透光性導電膜を形成する工程とをさらに有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 において、前記ダイヤモンド状炭素膜の膜厚は 1 0 ~ 1 0 0 nm であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明が属する技術分野】本願発明は、基板上に形成された薄膜トランジスタ (T F T) を有する半導体装置の構成及び作製方法に関する。

## 【0 0 0 2】

【従来の技術】液晶ディスプレイ (L C D) は、薄型、軽量、低消費電力といった特徴により、C R T に代わる画像表示装置として注目されている。

【0 0 0 3】液晶ディスプレイの種類のうちの一つに、T F T 液晶ディスプレイ (T F T - L C D) がある。これは、薄膜トランジスタ (T F T) を画素のスイッチング素子として用いたアクティブマトリクス駆動方式の液晶ディスプレイである。

【0 0 0 4】このアクティブマトリクス型液晶ディスプレイは、各画素に配置された T F T が絶縁基板上に多数形成され、アクティブマトリクス回路を構成している。さらに、最近では、アクティブマトリクス回路を駆動するための駆動回路も絶縁基板上に形成したディスプレイも提案されている。この駆動回路も多数の T F T などの素子で構成される。

## 【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】このように、アクティブマトリクス型液晶ディスプレイは、多くの T F T が絶縁基板上に形成されているので、静電気に弱い。静電気は、液晶ディスプレイが人や物と擦れたときなどに発生し、絶縁基板などに帯電する。

【0 0 0 6】特に T F T はこの帯電された静電気により破壊されやすい。これは、そのゲイト絶縁膜が 5 0 ~ 2 0 0 nm と薄いので、静電気によりゲイト絶縁膜に高電圧がかかりが絶縁破壊を起こしやすいからである。また、静電気により T F T の活性層に高電流が流れ、そこが劣化してしまう。さらに、ひどい時には剥離してしまうこともある。

【0 0 0 7】そして、T F T が故障すると、液晶ディスプレイの画素がオン状態またはオフ状態のままになり、液晶ディスプレイの表示に欠陥が生じることになる。

【0 0 0 8】このような静電破壊は、液晶ディスプレイの使用だけでなく、液晶ディスプレイの作製中にも起こり得る。作製中では、人や装置と触れた時などに静電気が発生しやすい。

【0 0 0 9】本願発明は、上記のような静電破壊を防止し、信頼性の高い半導体装置を提供することを目的とする。

## 【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の構成は、絶縁基板上に形成された薄膜トランジスタと、前記絶縁基板の、前記薄膜トランジスタが形成されている面と反対の面に形成されたダイヤモンド状炭素膜とを有することを特徴とする。

3

【0011】ここで、ダイヤモンド状炭素とは、ダイヤモンド・ライク・カーボン (Diamond-like Carbon、略してDLC)、硬質炭素、i-カーボンとも呼ばれ、sp<sup>3</sup>結合を主体としたアモルファスな炭素である。ただし、作製条件によっては、ダイヤモンドの微結晶が含まれることもある。

【0012】また、他の発明の構成は、絶縁基板上に形成されたダイヤモンド状炭素膜と、前記ダイヤモンド状炭素膜上に形成された下地膜と、前記下地膜上に形成された薄膜トランジスタとを有することを特徴とする。

【0013】さらに、他の発明の構成は、絶縁基板上に形成された薄膜トランジスタと、前記薄膜トランジスタ上に形成された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜上に形成されたダイヤモンド状炭素膜とを有することを特徴とする。

【0014】また、本発明の作製方法の構成は、絶縁基板上に薄膜トランジスタを形成する半導体装置の作製方法において、前記絶縁基板は、前記薄膜トランジスタを形成する面と反対の面にダイヤモンド状炭素膜が形成されていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【0015】他の発明の構成は、絶縁基板上にダイヤモンド状炭素膜を形成する工程と、前記ダイヤモンド状炭素膜上に下地膜を形成する工程と、前記下地膜上に薄膜トランジスタを形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【0016】また、他の発明の構成は、絶縁基板上に薄膜トランジスタを形成する工程と、前記薄膜トランジスタを覆って層間絶縁膜を形成する工程と、前記層間絶縁膜上にダイヤモンド状炭素膜を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【0017】

【発明の実施の形態】図1において、絶縁基板101の表面にダイヤモンド状炭素膜（以下DLC膜と呼ぶ）102を形成する（図1（A））。そして、公知の方法によりTFTを形成する（図1（B））。このように、静電破壊を防止するための膜として、DLC膜を液晶ディスプレイに設ける。

【0018】DLC膜は、その比抵抗が $10^7 \sim 10^{14} \Omega \text{cm}$ と絶縁基板に用いられる材料（石英やガラスなどで、およそ比抵抗は $10^{16} \sim 10^{19} \Omega \text{cm}$ ）よりも小さい。したがって、液晶ディスプレイ、特に基板に帯電した静電気を逃がすことができ、ゲート絶縁膜104の静電破壊を防止することができる。

【0019】また、TFTを形成する前に基板にDLC膜が設けられているので、液晶ディスプレイの使用だけでなく、その作製中で起こる静電破壊も防止することができる。

【0020】さらに、DLC膜は、ピッカース硬度が $2000 \sim 5000 \text{kgf/mm}^2$ と硬いので、基板の表面を保護する役割も果たす。

4

【0021】加えて、DLC膜は、可視光、赤外光を透過するので、光を基板や液晶に透過させて画像を表示する透過型液晶ディスプレイに適用することが可能である。

【0022】以下に、本発明の実施例を示す。なお、各実施例ではトップゲート型TFTが示されているが、他の構造のTFTでも本発明の効果を得ることができる。

【0023】

【実施例】〔実施例1〕本実施例では、本発明の透過型液晶ディスプレイの構成および作製工程を図1を用いて説明する。ただし、図1に示すのは、アクティブマトリクス回路のTFTの断面図である。

【0024】図1（A）において、絶縁基板101の表面にDLC膜102を形成する。詳細な成膜方法および成膜装置などについては、特公平3-72711号公報、特公平4-27690号公報、特公平4-27691号公報に開示されている。

【0025】なお、本実施例では透過型液晶ディスプレイを作製するので、DLC膜は透明でなければならない。しかし、DLC膜は、膜質にもよるが、膜厚が増すにつれて次第に褐色（または黄色）を帯び、透過率が低下する。また、DLC膜があまり薄いと均一な成膜が困難であり、静電気を逃がすという効果もあまり期待できない。そのため、本実施例では、DLC膜の膜厚を $5 \sim 100 \text{nm}$ とする。

【0026】また、絶縁基板としてはガラス基板より石英基板を用いる方が好ましい。これは、以下のような理由による。

【0027】ガラス基板は、このあとのTFTの作製工程において、非晶質珪素膜の結晶化、絶縁膜の成膜などの工程で高温に加熱される。しかし、これらの工程では、ガラス基板の歪み点の温度（ $600^\circ\text{C}$ ）に近い温度まで加熱するので、ガラス基板は収縮してしまう。また、DLC膜は上述したように非常に硬い膜である。したがって、ガラス基板が収縮する際にDLC膜が割れたり剥離してしまう恐れがある。

【0028】それに対し、石英基板は、歪み点温度が $1000^\circ\text{C}$ 以上なので、TFT作製工程において収縮することはほとんどない。

【0029】さらに、絶縁基板101とDLC膜102との密着性を向上するために、絶縁基板101とDLC膜102との間にバッファ層を設けるとよい。バッファ層としては、珪素膜、炭化珪素膜などを用いるとよい。

【0030】そして、絶縁基板上101に半導体膜103を形成する。半導体膜としては、非晶質珪素膜、多結晶珪素膜などを用いればよい。また、半導体膜103を形成する前に、絶縁基板101上に、酸化珪素膜や窒化珪素膜などの下地膜を形成してもよい。

【0031】次に、半導体膜103上にゲート絶縁膜104、ゲート電極105を形成する。その後、半導体膜

中に不純物を注入し、ソース領域106およびドレイン領域107を形成する。108にはチャネル形成領域が形成される。

【0032】次に、ゲート絶縁膜104、ゲート電極105を覆って、第1の層間絶縁膜109を形成する。そして、ゲート絶縁膜104と第1の層間絶縁膜106にコンタクトホールを形成し、ソース電極107、ドレイン電極108を形成する。こうして、TFTを形成する(図1(B))。

【0033】そして、TFTを覆って第2の層間絶縁膜109を形成し、TFT上方の、第2の層間絶縁膜上に遮光膜110を形成する。そして、第3の層間絶縁膜111を形成後、ITOなどの透光性導電膜でなる画素電極112を形成する(図1(C))。なお、これらの作製方法も公知の方法を用いればよい。

【0034】そして、公知の方法で液晶ディスプレイを完成させる。

【0035】〔実施例2〕本実施例では、本発明の他の構成の透過型液晶ディスプレイについて、図2を用いて説明する。図2に示すのは、アクティブマトリクス回路部の断面図である。

【0036】まず図2(A)に示すように、実施例1と同様に、絶縁基板201上にTFT202を形成する。203は第1の層間絶縁膜である。そして、TFT202を覆って第2の層間絶縁膜204を形成する。次に、第2の層間絶縁膜204上にDLC膜205を5~100nmの厚さに形成する(図2(B))。

【0037】このとき、第2の層間絶縁膜204に有機樹脂膜を用いるとよい。これは、有機樹脂膜とDLC膜とは共に炭素系の物質なので密着性がよい。したがってDLC膜は有機樹脂膜より剥がれにくいからである。有機樹脂膜としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリイミドアミド、アクリルなどがあげられる。

【0038】そして、DLC膜205上に遮光膜206を形成し、さらに第3の層間絶縁膜207を形成する。遮光膜206としては黒色顔料やグラファイトを分散させた有機樹脂膜(以下黒色樹脂膜と呼ぶ)や、遮光性を有する導電膜(代表的にはチタン、クロム、アルミニウムなどの金属膜)などを用いることができる。特に、黒色樹脂はDLC膜との密着性が良いので、黒色樹脂膜を用いる方が好ましい。

【0039】そして、コンタクトホールを形成し、ITOなどの透光性導電膜を用いて画素電極208を形成する(図2(C))。なお、コンタクトホールを形成する際、DLC膜205は、酸素プラズマ、水素プラズマ、イオンミリング等によりエッチングすることができる。

【0040】さらに、公知の方法を用いて、液晶ディスプレイを完成させる。

【0041】このように、TFT202の上方にDLC膜205を設けた構成を用いても、TFTの静電破壊を

防ぐことができる。

【0042】〔実施例3〕実施例1、2では、透過型液晶ディスプレイについて説明をしたが、反射型液晶ディスプレイにも同様に適用できる。画素電極としては、アルミニウムまたはアルミニウムを主成分とする材料などの反射性を有する導電膜を用いればよい。

【0043】また反射型液晶ディスプレイの場合、DLC膜の透過率を考慮する必要がないので、膜が剥離しない程度まで膜厚を厚くし、静電気を逃がす効果を高めることができる。実際には50~200nm(より好ましくは100~150nm)とすればよい。

【0044】〔実施例4〕実施例1では、基板の、TFTを形成する面と反対の面にDLC膜を設ける場合について説明したが、本実施例では、TFTを形成する面にDLC膜を設ける場合について説明する。図3に示すのは、本実施例のアクティブマトリクス回路部の断面図である。

【0045】まず、絶縁基板301上に実施例1と同様にDLC膜302を形成する。DLC膜302の膜厚は5~100nmとする。なお、反射型液晶ディスプレイを作製する場合は、50~200nm(より好ましくは100~150nm)とする。

【0046】このとき、基板301とDLC膜302との密着性を向上させるために、それらの間に珪素または炭化珪素などのバッファ層を設けてもよい。また、このあとのTFTの作製工程における加熱処理を考慮して、絶縁基板としてはガラス基板より石英基板を用いる方が好ましい。

【0047】次に、DLC膜302上に下地膜303として酸化珪素膜または窒化珪素膜などの絶縁膜を形成する。そして、下地膜303上に、公知の方法を用いて、TFT304を形成する。

【0048】このように、本実施例に示す構成を用いても、液晶ディスプレイの作製中や使用中の静電破壊を防止することができる。

【0049】〔実施例5〕本実施例では、同一基板上にアクティブマトリクス回路と駆動回路を有する液晶ディスプレイの構成について説明する。アクティブマトリクス回路と駆動回路を有する基板の構成を図4に示す。

【0050】絶縁基板401上には、アクティブマトリクス回路402、ゲート駆動回路403、ソース駆動回路404、ロジック回路405が形成されている。駆動回路はNチャネル型TFTとPチャネル型TFTを相補的に組み合わせたCMOS回路で構成されている。また、ロジック回路405は、画像信号の変換や補正などの処理を行う信号処理回路である。具体的には、A/Dコンバータ回路、 $\gamma$ 補正回路、メモリ回路が含まれ、これらもTFTで構成されている。

【0051】そして、絶縁基板401の、回路が形成されている面の反対側にDLC膜406が形成されてい

る。このDLC膜406により、アクティブマトリクス回路のTFTだけでなく、ゲート駆動回路403、ソース駆動回路404、ロジック回路405のTFTの静電破壊を防ぐことができる。

【0052】なお、DLC膜406は、実施例2のようにTFTの上方に設けても、実施例4のようにTFTと絶縁基板との間に設けてもよい。

【0053】〔実施例6〕本発明の構成は、液晶ディスプレイ以外にも他の様々な電気光学装置や半導体回路に適用することができる。

【0054】液晶ディスプレイ以外の電気光学装置としてはEL（エレクトロルミネッセンス）装置やイメージセンサ等が挙げられる。また、半導体回路としては、ICチップで構成されるマイクロプロセッサの様な演算処理回路、携帯機器の入出力信号を扱う高周波モジュール（MMICなど）等が挙げられる。

【0055】このように、本発明はTFTで構成される半導体回路によって機能する全ての半導体装置に対して適用することができる。

【0056】〔実施例7〕実施例5、6に示した電気光学装置や半導体回路は、様々な電子機器に利用される。この電子機器としては、ビデオカメラ、スチルカメラ、プロジェクター、プロジェクションTV、ヘッドマウントディスプレイ、カーナビゲーション、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話など）等が挙げられる。それらの例を図5に示す。

【0057】図5（A）に示すのは携帯電話であり、本体2001、音声出力部2002、音声入力部2003、表示装置2004、操作スイッチ2005、アンテナ2006で構成される。本発明は音声出力部2002、音声入力部2003、表示装置2004に適用することができる。

【0058】図5（B）に示すのはビデオカメラであり、本体2101、表示装置2102、音声入力部2103、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106で構成される。本発明は表示装置2102、音声入力部2103、受像部2106に適用することができる。

【0059】図5（C）に示すのはモバイルコンピュータであり、本体2201、カメラ部2202、受像部2203、操作スイッチ2204、表示装置2205で構成される。本発明は受像部2203、表示装置2205に適用することができる。

【0060】図5（D）に示すのはヘッドマウントディスプレイであり、本体2301、表示装置2302、バンド部2303で構成される。本発明は表示装置230

2に適用することができる。

【0061】図5（E）に示すのはリア型プロジェクターであり、本体2401、光源2402、表示装置2403、偏光ビームスプリッタ2404、リフレクター2405、2406、スクリーン2407で構成される。本発明は表示装置に適用できる。

【0062】図5（F）に示すのはフロント型プロジェクターであり、本体2501、光源2502、表示装置2503、光学系2504、スクリーン2505で構成される。本発明は表示装置2503に適用することができる。

【0063】以上のように、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

【0064】

【発明の効果】本発明の構成をとることにより、基板に帯電した静電気を逃がし、TFTの静電破壊を防ぐことができる。そして、信頼性の高い電気光学装置や半導体回路、それらを搭載した電子機器を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のアクティブマトリクス回路の作製工程を示す図。

【図2】 本発明のアクティブマトリクス回路の作製工程を示す図。

【図3】 本発明のアクティブマトリクス回路の構成を示す図。

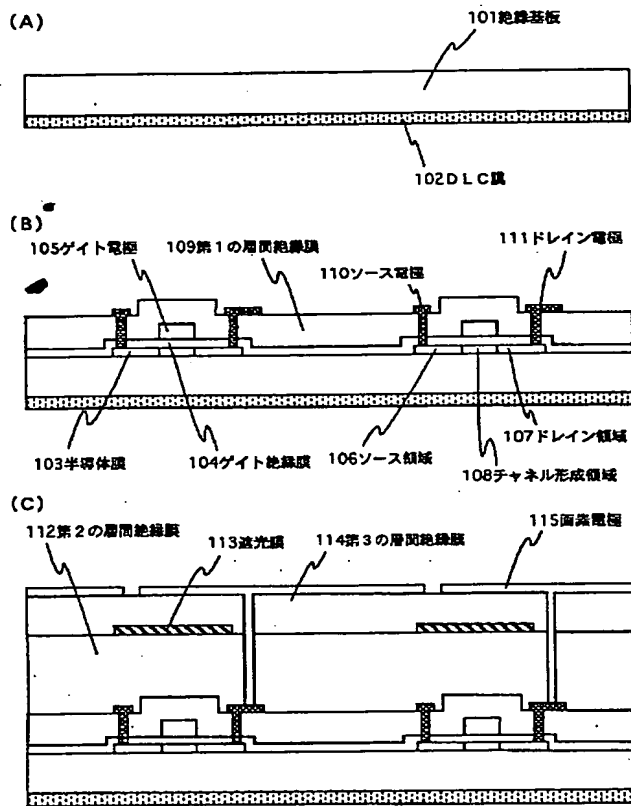
【図4】 本発明のアクティブマトリクス回路と駆動回路を有する基板の構成を示す図。

【図5】 電子機器の構成を示す図。

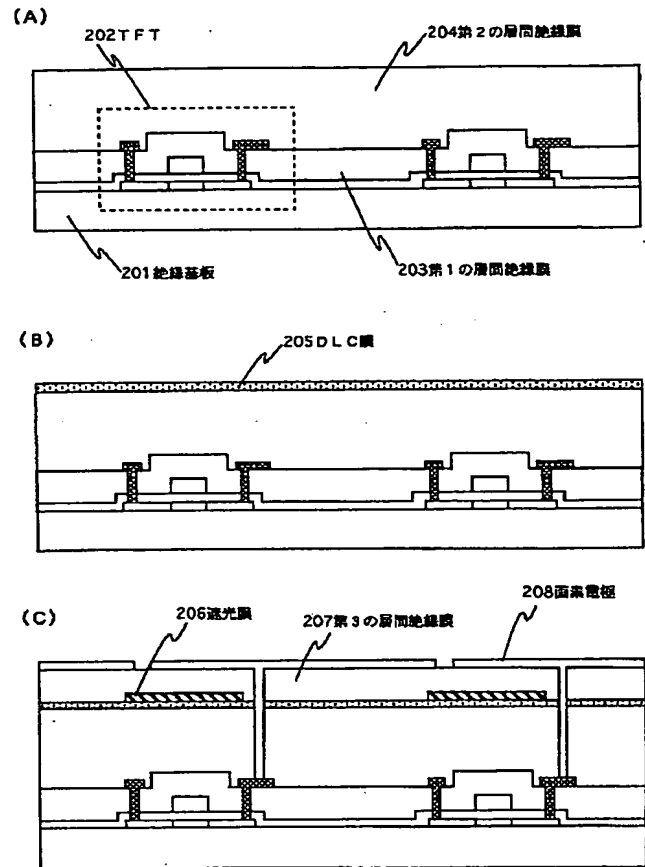
【符号の説明】

101	絶縁基板
102	DLC膜
103	半導体膜
104	ゲート絶縁膜
105	ゲート電極
106	ソース領域
107	ドレイン領域
108	チャネル形成領域
109	第1の層間絶縁膜
110	ソース電極
111	ドレイン電極
112	第2の層間絶縁膜
113	遮光膜
114	第3の層間絶縁膜
115	画素電極

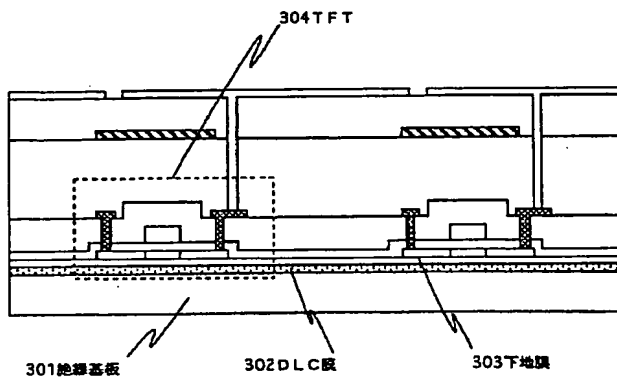
【図 1】



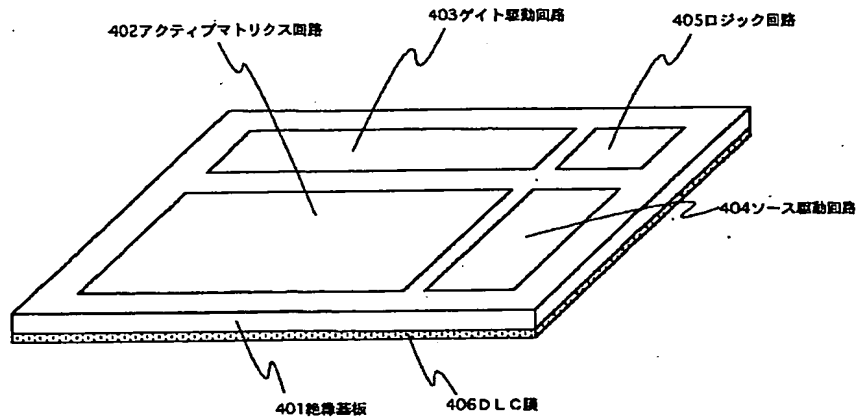
【図 2】



【図 3】



【図4】



【図5】

